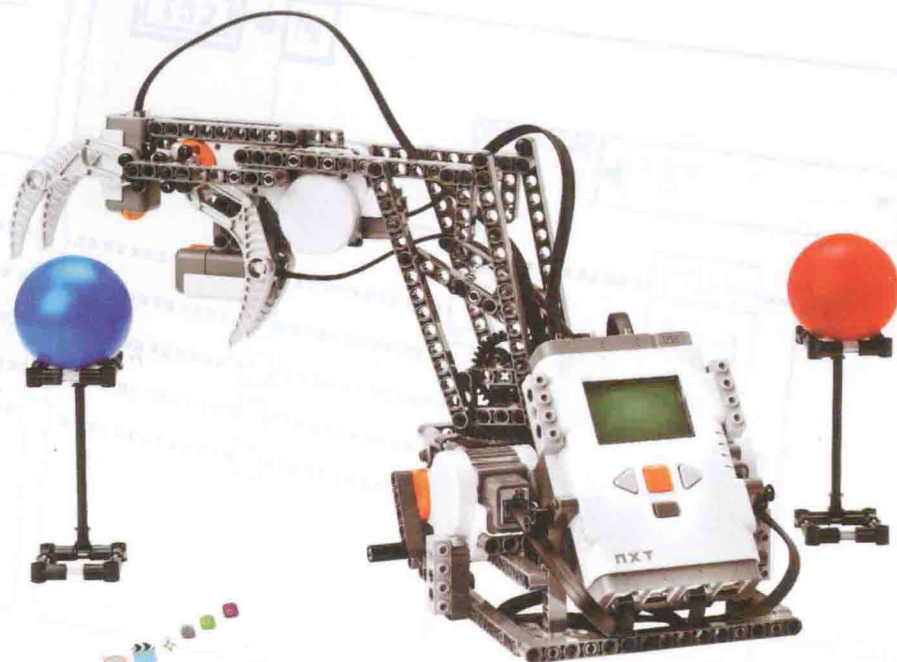


青少年科技创新丛书



Java 与乐高机器人

郑剑春 魏晓晖 著



清华大学出版社

青少年科技创新丛书

Java 与乐高机器人

郑剑春 魏晓晖 著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

乐高机器人是乐高公司推出的一款新产品,它包括一套用于搭建物理结构的零件库和一个控制行为动作的大脑。通过在计算机上编写程序并上传至机器人的大脑,就可以打造一个实现某项功能的智能机器人。

本书介绍的是一门操控乐高机器人的语言——leJOS。它源自于软件界大名鼎鼎的 Java 语言,并对机器人控制部分进行了封装和优化。本书从 Java 编程的基础知识讲起,循序渐进地介绍了数据类型、变量、运算符、循环语句等内容。在此基础上,进一步介绍了机器人编程需要用到的各类知识,如 LCD 类、Motor 类、传感器类等。对这些类中的方法、属性等进行了详细的讲解,并将 Java 编程的基础知识运用到相关示例中。在本书的后半部分,重点介绍了多线程、通信、智能手机开发等高级知识。掌握了上面这些内容,也就掌握了 leJOS 编程的核心。建议读者在阅读时,边阅读边实践,逐章逐节地掌握每个知识点,在实践中灵活运用,以加深理解。

本书适合机器人爱好者和编程爱好者阅读。已经投入到智能机器人比赛项目中的青少年及指导教师可以以本书作为参考,学习使用 Java 语言为机器人设计控制程序。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Java 与乐高机器人/郑剑春,魏晓晖著. —北京:清华大学出版社,2014

(青少年科技创新丛书)

ISBN 978-7-302-35745-2

I. ①J… II. ①郑… ②魏… III. ①智能机器人—JAVA 语言—程序设计—青少年读物
IV. ①TP242.6-49 ②TP312-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 060833 号

责任编辑:帅志清

封面设计:刘莹

责任校对:刘静

责任印制:宋林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18

字 数:408 千字

版 次:2014 年 6 月第 1 版

印 次:2014 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:76.00 元

产品编号:051077-01

《青少年科技创新丛书》

编委会

主 编：郑剑春

副主编：李甫成 李梦军

委 员：（按拼音排序）

曹 双	丁伟达	董英姿	高 山	何琪辰
景维华	李大维	梁志成	刘玉田	毛 勇
苏丛尧	王德庆	王建军	王君英	王文精
魏晓晖	吴俊杰	武 健	向 金	谢作如
修金鹏	叶 琛	于方军	于欣龙	张政桢
张 晟	赵 亮			



序 (1)

吹响信息科学技术基础教育的号角

(一)

信息科学技术是信息时代的标志性科学技术。信息科学技术在社会各个活动领域广泛而深入的应用,就是人们所熟知的信息化。信息化是21世纪最为重要的时代特征。作为信息时代的必然要求,它的经济、政治、文化、民生和安全都要接受信息化的洗礼。因此,生活在信息时代的人们应当具备信息科学的基本知识和应用信息技术的基础能力。

理论和实践表明,信息时代是一个优胜劣汰、激烈竞争的时代。谁先掌握了信息科学技术,谁就可能在激烈的竞争中赢得制胜的先机。因此,对于一个国家来说,信息科学技术教育的成败优劣,就成为关系国家兴衰和民族存亡的根本所在。

同其他学科的教育一样,信息科学技术的教育也包含基础教育和高等教育两个相互联系、相互作用、相辅相成的阶段。少年强则国强,少年智则国智。因此,信息科学技术的基础教育不仅具有基础性意义,而且具有全局性意义。

(二)

为了搞好信息科学技术的基础教育,首先需要明确:什么是信息科学技术?信息科学技术在整个科学技术体系中处于什么地位?在此基础上,明确:什么是基础教育阶段应当掌握的信息科学技术?

众所周知,人类一切活动的目的归根结底就是要通过认识世界和改造世界,不断地改善自身的生存环境和发展条件。为了认识世界,就必须获得世界(具体表现为外部世界存在的各种事物和问题)的信息,并把这些信息通过处理提炼成为相应的知识;为了改造世界(表现为变革各种具体的事物和解决各种具体的问题),就必须根据改善生存环境和发展条件的目的,利用所获得的信息和知识,制定能够解决问题的策略并把策略转换为可以实践的行为,通过行为解决问题、达到目的。

可见,在人类认识世界和改造世界的活动中,不断改善人类生存环境和发展条件这个目的是根本的出发点与归宿,获得信息是实现这个目的的基础和前提,处理信息、提炼知识和制定策略是实现目的的关键与核心,而把策略转换成行为则是解决问题、实现目的的最终手段。不难明白,认识世界所需要的知识、改造世界所需要的策略以及执行策略的行为是由信息加工分别提炼出来的产物。于是,确定目的、获得信息、处理信息、提炼知识、制定策略、执行策略、解决问题、实现目的,就自然地成为信息科学



技术的基本任务。

这样,信息科学技术的基本内涵就应当包括:①信息的概念和理论;②信息的地位和作用,包括信息资源与物质资源的关系以及信息资源与人类社会的关系;③信息运动的基本规律与原理,包括获得信息、传递信息、处理信息、提炼知识、制定策略、生成行为、解决问题、实现目的的规律和原理;④利用上述规律构造认识世界和改造世界所需要的各种信息工具的原理和方法;⑤信息科学技术特有的方法论。

鉴于信息科学技术在人类认识世界和改造世界活动中所扮演的主导角色,同时鉴于信息资源在人类认识世界和改造世界活动中所处的基础地位,信息科学技术在整个科学技术体系中显然应当处于主导与基础双重地位。信息科学技术与物质科学技术的关系,可以表现为信息科学工具与物质科学工具之间的关系:一方面,信息科学工具与物质科学工具同样都是人类认识世界和改造世界的基本工具;另一方面,信息科学工具又驾驭物质科学工具。

参照信息科学技术的基本内涵,信息科学技术基础教育的内容可以归结为:①信息的基本概念;②信息的基本作用;③信息运动规律的基本概念和可能的实现方法;④构造各种简单信息工具的可能方法;⑤信息工具在日常活动中的典型应用。

(三)

与信息科学技术基础教育内容同样重要甚至更为重要的问题是要研究:怎样才能使中小學生真正喜爱并能够掌握基础信息科学技术?其实,这就是如何认识和实践信息科学技术基础教育的基本规律的问题。

信息科学技术基础教育的基本规律有很丰富的内容,其中有两个重要问题:一是如何理解中小學生的一般认知规律,二是如何理解信息科学技术知识特有的认知规律和相应能力的形成规律。

在人类(包括中小學生)一般的认知规律中,有两个普遍的共识:一是“兴趣决定取舍”,二是“方法决定成败”。前者表明,一个人如果对某种活动有了浓厚的兴趣和好奇心,就会主动、积极地探寻奥秘;如果没有兴趣,就会放弃或者消极应付。后者表明,即使有了浓厚的兴趣,如果方法不恰当,最终也会导致失败。所以,为了成功地培育人才,激发浓厚的兴趣和启示良好的方法都非常重要。

小学教育处于由学前的非正规、非系统教育转为正规的系统教育的阶段,原则上属于启蒙教育。在这个阶段,调动兴趣和激发好奇心理更加重要。中学教育的基本要求同样是要不断调动学生的学习兴趣和激发他们的好奇心理,但是这一阶段越来越重要的任务是要培养他们的科学思维方法。

与物质科学技术学科相比,信息科学技术学科的特点是比较抽象、比较新颖。因此,信息科学技术的基础教育还要特别重视人类认识活动的另一个重要规律:人们的认识过程通常是由个别上升到一般,由直观上升到抽象,由简单上升到复杂。所以,从个别的、简单的、直观的学习内容开始,经过量变到质变的飞跃和升华,才能掌握一般的、抽象的、复杂的学习内容。其中,亲身实践是实现由直观到抽象过程的良好途径。





综合以上几方面的认知规律,小学的教育应当从个别的、简单的、直观的、实际的、有趣的学习内容开始,循序渐进,由此及彼,由表及里,由浅入深,边做边学,由低年级到高年级,由小学到中学,由初中到高中,逐步向一般的、抽象的、复杂的学习内容过渡。

(四)

我们欣喜地看到,在信息化需求的推动下,信息科学技术的基础教育已在我国众多的中小学校试行多年。感谢全国各中小学校的领导和教师的重视,特别感谢广大一线教师们坚持不懈的努力,克服了各种困难,展开了积极的探索,使我国信息科学技术的基础教育在摸索中不断前进,取得了不少可喜的成绩。

由于信息科学技术本身还在迅速发展,人们对它的认识还在不断深化。由于“重书本”、“重灌输”等传统教育思想和教学方法的影响,学生学习的主动性、积极性尚未得到充分发挥,加上部分学校的教学师资、教学设施和条件还不够充足,教学效果尚不能令人满意。总之,我国信息科学技术基础教育存在不少问题,亟须研究和解决。

针对这种情况,在教育部基础司的领导下,我国从事信息科学技术基础教育与研究的广大教育工作者正在积极探索解决这些问题的有效途径。与此同时,北京、上海、广东、浙江等省市的部分教师也在自下而上地联合起来,共同交流和梳理信息科学技术基础教育的知识体系与知识要点,编写新的教材。所有这些努力,都取得了积极的进展。

《青少年科技创新丛书》是这些努力的一个组成部分,也是这些努力的一个代表性成果。丛书的作者们是一批来自国内外大中学校的教师和教育产品创作者,他们怀着“让学生获得最好教育”的美好理想,本着“实践出兴趣,实践出真知,实践出才干”的清晰信念,利用国内外最新的信息科技资源和工具,精心编撰了这套重在培养学生动手能力与创新技能的丛书,希望为我国信息科学技术基础教育提供可资选用的教材和参考书,同时也为学生的科技活动提供可用的资源、工具和方法,以期激励学生学习信息科学技术的兴趣,启发他们创新的灵感。这套丛书突出体现了让学生动手和“做中学”的教学特点,而且大部分内容都是作者们所在学校开发的课程,经过了教学实践的检验,具有良好的效果。其中,也有引进的国外优秀课程,可以让学生直接接触世界先进的教育资源。

笔者看到,这套丛书给我国信息科学技术基础教育吹进了一股清风,开创了新的思路和风格。但愿这套丛书的出版成为一个号角,希望在它的鼓动下,有更多的志士仁人关注我国的信息科学技术基础教育的改革,提供更多优秀的作品和教学参考书,开创百花齐放、异彩纷呈的局面,为提高我国的信息科学技术基础教育水平作出更多、更好的贡献。

钟义信

2013年冬于北京





序 (2)

探索的动力来自对所学内容的兴趣，这是古今中外之共识。正如爱因斯坦所说：一个贪婪的狮子，如果被人们强迫不断进食，也会失去对食物贪婪的本性。学习本应源于天性，而不是强迫地灌输。但是，当我们环顾目前教育的现状，却深感沮丧与悲哀：学生太累，压力太大，以至于使他们失去了对周围探索的兴趣。在很多学生的眼中，已经看不到对学习的渴望，他们无法享受学习带来的乐趣。

在传统的教育方式下，通常由教师设计各种实验让学生进行验证，这种方式与科学发现的过程相违背。那种从概念、公式、定理以及脱离实际的抽象符号中学习的过程，极易导致学生机械地记忆科学知识，不利于培养学生的科学兴趣、科学精神、科学技能，以及运用科学知识解决实际问题的能力，不能满足学生自身发展的需要和社会发展对创新人才的需求。

美国教育家杜威指出：成年人的认识成果是儿童学习的终点。儿童学习的起点是经验，“学与做相结合的教育将会取代传授他人学问的被动的教育”。如何开发学生潜在的创造力，使他们对世界充满好奇心，充满探索的愿望，是每一位教师都应该思考的问题，也是教育可以获得成功的关键。令人感到欣慰的是，新技术的发展使这一切成为可能。如今，我们正处在科技日新月异的时代，新产品、新技术不仅改变我们的生活，而且让我们的视野与前人迥然不同。我们可以有更多的途径接触新的信息、新的材料，同时在工作中也易于获得新的工具和方法，这正是当今时代有别于其他时代的特征。

当今时代，学生获得新知识的来源已经不再局限于书本，他们每天面对大量的信息，这些信息可以来自网络，也可以来自生活的各个方面：手机、iPad、智能玩具等。新材料、新工具和新技术已经渗透到学生的生活之中，这也为教育提供了新的机遇与挑战。

将新的材料、工具和方法介绍给学生，不仅可以改变传统的教育内容与教育方式，而且将为学生提供一个实现创新梦想的舞台，教师在教学中可以更好地观察和了解学生的爱好、个性特点，更好地引导他们，更深入地挖掘他们的潜力，使他们具有更为广阔的视野、能力和责任。

本套丛书的作者大多是来自著名大学、著名中学的教师和教育产品的科研人员，他们在多年的实践中积累了丰富的经验，并在教学中形成了相关的课程，共同的理想让我们走到了一起，“让学生获得最好的教育”是我们共同的愿望。



本套丛书可以作为各校选修课程或必修课程的教材，同时也希望借此为学生提供一些科技创新的材料、工具和方法，让学生通过本套丛书获得对科技的兴趣，产生创新与发明的动力。

丛书编委会

2013 年 10 月 8 日



前言

当我刚刚接触乐高机器人的时候，马上就被它深深地吸引住了。原因很简单，它能动，听指挥，是一个优秀的创作平台。

按照网络上的图纸，我很快就制作出了几个机器人的模型。但是如何处理机器人的核心部分——控制程序，却一时没有头绪。如何让机器人像人类一样“思考”呢？为了达到这个目的，我先后尝试了多种编程语言，直到使用 leJOS 之后，终于发现，这正是我想要的。leJOS 是基于标准的 Java 语言，它很强大，同时又十分小巧，可以提供给乐高爱好者无限的创作空间。对于像我这样从事软件开发工作多年的人来讲，只要经过简单的学习，马上就可以上手开发程序。而对于编程知识了解不多的读者，现在有了一个学习 Java 编程的好机会。只要几行代码，就可以指挥机器人动起来，这种“学以致用”的方式会极大地激发读者的学习热情。同时，leJOS 又在乐高机器人和真正的工业机器人之间架起了一座桥梁，为读者的未来提供了更多的选择方向。下面，就开始踏上我们的学习之路吧！

本书的内容主要分为以下几个部分。

第 1、2 章，从乐高的基础知识讲起，先带领大家全面认识乐高机器人 NXT 8547。

第 3、4 章，介绍乐高的编程环境。乐高公司提供了 NXT-G 语言来为乐高机器人设计程序。这是一门图形化的编程语言，用户通过拖放图形达到编写程序的目的，而不用直接书写代码。这样的编程方式虽然直观，但是遇到过于复杂的逻辑，仅仅依靠图形总会感到难以表达清楚自己的思路。本书介绍的是现今软件行业极为流行的一门编程语言——Java。它是最近十几年开始兴起的一门面向对象的编程语言。Java 有一个专用于乐高 NXT 开发的工具包，就是前面提到的 leJOS。本书的主要内容就是向读者介绍 Java 和 leJOS 的编程方法。

第 5 章讲述的是编程的基础知识。如果本书的读者以前学习过一门编程语言，如 C 或 VB，那么学习这一章的内容会十分轻松。没有基础的读者也不用担心，本书使用 Java 作为载体，简单、明快地讲解了类型、变量、循环语句这些概念，这些知识用作乐高机器人开发已经足够了。

第 6、7 章讲解乐高机器人程序设计。本书本着循序渐进的原则，依次讲解了屏幕输出、电动机控制、传感器编程等几部分内容，并对每个对象的操作方法一一阐述。结合书中例题，力求做到内容翔实、用例准确、深入浅出、易学易用。

第 8 章向读者介绍了编程中较为高级的技巧——线程与监听。运用多线程知识，



乐高机器人可以在捕获外界物理量变化的同时及时做出反馈。这部分内容可以使简单的程序更加精炼，同时也是开发复杂程序必不可少的知识。

第9章是对前面各章节知识的一个综合运用。通过5个小例子，带领大家一边思考一边动手，分析编程思路，梳理知识点，最终完成代码的编写。

第10、11章的内容涉及远程控制和智能手机。乐高机器人的连接方式有USB和蓝牙两种，远程控制分为PC控制机器人、机器人控制机器人和手机控制机器人。现在安卓智能手机的使用已经十分普遍，本书利用安卓手机上的重力感应器编写了一个控制程序，遥控乐高小车做出前进、后退等动作。

第12章作为扩展阅读，主要向读者介绍leJOS提供的图形化工具的使用方法。此外，初学编程的读者，经常会遇到语法知识已经掌握了几分，但却不知从何入手编写程序这个难题。在12.5节告诉读者如何查看leJOS提供的示例代码，认真阅读之后会有所帮助。

因为本人所学有限，书中难免存在疏漏和不足，欢迎读者朋友批评指正，我将十分感谢并及时发布勘误信息。我的邮箱是：wxh1907@sina.com。在我的博客<http://blog.sina.com.cn/u/1014509487>可以下载到本书的全部代码。

崔世杰、张巍、李梦军、刘玉田、李甫成、赵亮等老师参加了本书部分章节的编写工作，并在技术与材料上提供了支持，在此向他们表示衷心的感谢。最后，对正在阅读本书的读者表示由衷的感谢！希望本书能给您带来快乐和收获！

魏晓晖

2013年11月10日





第 1 章 认识乐高机器人	1
1.1 乐高简介	1
1.1.1 乐高公司简介	1
1.1.2 乐高机器人系列	3
1.2 乐高零件	6
1.2.1 基本尺寸	6
1.2.2 种类	7
1.3 乐高机器人搭建	12
1.3.1 结构与功能	12
1.3.2 结构与载重	14
1.4 小结	14
第 2 章 LEGO Mindstorms NXT	15
2.1 NXT 主机	15
2.2 输出系统	16
2.3 传感器	17
2.4 其他输入/输出装置	21
2.4.1 按钮	21
2.4.2 蓝牙和数据线	22
2.5 小结	23
第 3 章 初识 leJOS	24
3.1 leJOS 概述	24
3.2 安装 leJOS	25
3.2.1 安装驱动程序	25
3.2.2 安装 Java JDK	27
3.2.3 安装 leJOS	32
3.2.4 更新固件	37
3.3 leJOS 系统介绍	40



3.3.1 菜单	40
3.3.2 工具和文档	45
3.4 小结	46
第4章 使用 Eclipse 开发 leJOS	47
4.1 Eclipse 概述	47
4.2 安装 Eclipse	47
4.2.1 下载	47
4.2.2 运行	47
4.2.3 安装 NXT 插件	51
4.3 Eclipse 开发环境介绍	54
4.3.1 界面	54
4.3.2 菜单	54
4.4 第一个程序: HelloNXT	60
4.4.1 新建、编译和运行	60
4.4.2 读懂 leJOS 程序	65
4.5 小结	68
第5章 编程的基础知识	69
5.1 数据类型	69
5.1.1 基本数据类型	69
5.1.2 类型转换	70
5.2 变量	71
5.2.1 定义变量	71
5.2.2 变量的作用域	72
5.3 数组和字符串	73
5.3.1 声明数组	73
5.3.2 使用数组	74
5.3.3 length 属性	75
5.3.4 二维数组	75
5.3.5 字符串	77
5.4 运算符	81
5.4.1 算术运算符	81
5.4.2 连接运算符	82
5.4.3 赋值运算符	82
5.4.4 关系运算符	83
5.4.5 逻辑运算符	83
5.5 条件语句	85



5.5.1	if 语句	85
5.5.2	switch 语句	86
5.6	循环语句	88
5.6.1	for 语句	88
5.6.2	while 语句	90
5.6.3	do while 语句	91
5.7	面向对象	92
5.7.1	类	93
5.7.2	方法	94
5.7.3	属性	96
5.7.4	对象	97
5.8	小结	98
第 6 章	机器人编程	99
6.1	屏幕显示	99
6.1.1	print 方法	99
6.1.2	LCD 类	103
6.1.3	Graphics 类	111
6.2	声音输出	124
6.3	电动机控制	130
6.4	按钮	140
6.5	数学计算	145
6.6	小结	147
第 7 章	传感器编程	148
7.1	触碰传感器	148
7.2	颜色传感器	151
7.3	距离传感器	157
7.4	角度传感器	160
7.5	小结	161
第 8 章	线程与监听	162
8.1	线程	162
8.1.1	线程概述	162
8.1.2	生命周期和优先级	163
8.1.3	编写多线程程序	164
8.2	监听	168
8.2.1	监听概述	168





8.2.2 为按钮添加监听器	169
8.3 小结	173
第 9 章 综合实验	174
9.1 单光感巡线车	174
9.2 自动避障车	181
9.3 防跌落小车	187
9.4 测距仪	193
9.5 环境光检测仪	199
9.6 小结	204
第 10 章 通信与远程控制	205
10.1 通信方式简介	205
10.1.1 USB	205
10.1.2 蓝牙	205
10.2 机器人与 PC 通信	206
10.2.1 建立 USB 连接	206
10.2.2 PC 端发送消息	206
10.2.3 NXT 端接收消息	210
10.2.4 PC 远程控制机器人	212
10.2.5 双向通信	220
10.3 机器人与机器人通信	229
10.3.1 建立蓝牙连接	229
10.3.2 远程控制机器人	230
10.4 小结	236
第 11 章 机器人与智能手机	237
11.1 基础知识	237
11.2 手机端程序	238
11.2.1 搭建 Android 开发环境	238
11.2.2 新建 Android 程序	243
11.2.3 运行 Android 程序	250
11.3 NXT 端程序	252
11.4 小结	253
第 12 章 扩展阅读	254
12.1 更新固件	254
12.2 图像转换	257



12.3	数据处理.....	258
12.3.1	数据记录.....	258
12.3.2	数据查看.....	259
12.4	文件管理.....	260
12.5	查看示例程序.....	262
12.6	设置环境变量.....	264
12.7	小结.....	267
参考文献.....		268



第1章 认识乐高机器人

本章首先向读者介绍乐高公司的历史以及乐高机器人的发展历史。无论是乐高玩具还是乐高机器人,它们都是由一个一个的零件拼插而成的。在本章 1.2 节对这些乐高的零件进行了分类汇总,并详细说明了每个零件的作用。最后是对乐高机器人结构的介绍。正确的结构可以使机器人更加坚固、牢靠,是机器人能够自由行动的物理保障。

1.1 乐高简介

1.1.1 乐高公司简介

乐高公司诞生于丹麦,它的发明者是奥勒·基奥克。最初,基奥克使用木头制作玩具并销售。后来,他设计出了一种木质的拼插玩具,这就是最初的乐高玩具原型。1934 年,他为自己的积木玩具设计了“乐高”商标,从此,LEGO 这个名词开始逐渐被人们所熟知。

乐高产品种类很多,目前市场上可以买得到的主要有以下几个大的系列。

- (1) 城市系列。
- (2) 城堡系列。
- (3) 电影系列。
- (4) 科技系列。
- (5) 机器人系列。

城市、城堡系列是以乐高积木表现一个场景(见图 1-1)。这些场景使用的积木块大部分比较简单,适合大家发挥想象力和创造力,自行设计搭建大型的建筑设施。



图 1-1 城市系列